

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
Please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.



(19)



(11) Publication number:

09125231 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(21) Application number: **07282139**(51) Intl. Cl.: **C23C 14/06 H01B 13/00**(22) Application date: **30.10.95**

(30) Priority:

(43) Date of application
publication: **13.05.97**(84) Designated contracting
states:(71) Applicant: **FUJITSU LTD**(72) Inventor: **YAMAMOTO NORIO**

(74) Representative:

**(54) CONDUCTIVE FILM
AND ITS FORMATION, AND
MAGNETO RESISTANCE
EFFECT HEAD**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To facilitate the control of the resistivity of a conductive film and to obtain a lead terminal immune to migration and reduced in resistivity and deterioration ratio by forming a conductive film of magneto resistance effect element so that it consists of a titanium tungsten layer containing nitrogen and an alpha-phase tantalum layer formed on the above layer.

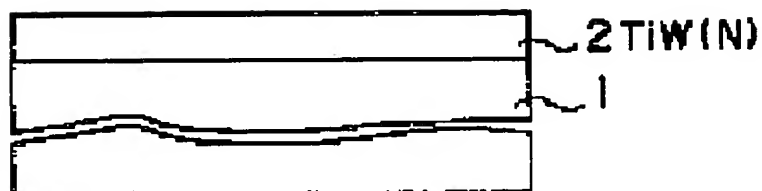
SOLUTION: This conductive film has a two-layer structure prepared by means of a film formation process consisting of a stage where a titanium tungsten layer 2 is formed on a substrate 1 in a nitrogen-containing atmosphere and a stage where an alpha-phase tantalum layer 3 is formed on the layer 2. Further, the

RECEIVED
SEP 30 2002
TECHNOLOGY CENTER R3700

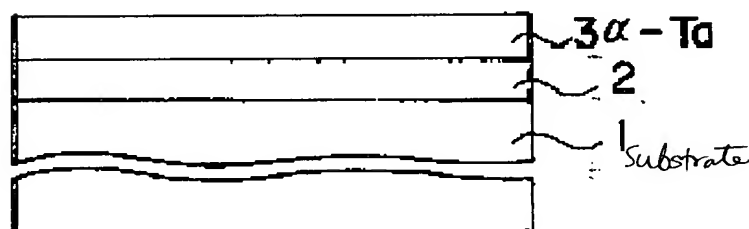
formation of the titanium tungsten layer 2 is done by introducing gaseous nitrogen at $\leq 1.0\%$ gas flow rate into a sputtering atmosphere, and titanium tungsten film of $\leq 30\text{wt.}\%$ titanium content is formed to 3-20nm thickness. Moreover, the formation of the alpha-phase tantalum layer 3, as upper layer, is performed by setting the temp. of the substrate 1 to 500-600°C.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO

(a)



(b)



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-125231

(43) 公開日 平成9年(1997)5月13日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 3 C 14/06			C 2 3 C 14/06	N
H 0 1 B 13/00	5 0 3		H 0 1 B 13/00	5 0 3 Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平7-282139

(22) 出願日 平成7年(1995)10月30日

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 山本 憲郎

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(74) 代理人 弁理士 岡本 啓三

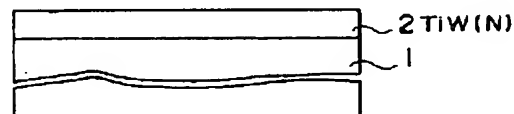
(54) 【発明の名称】 導電膜とその形成方法及び磁気抵抗効果ヘッド

(57) 【要約】

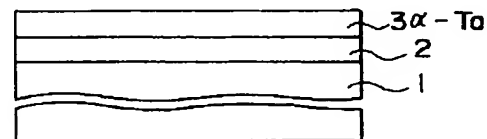
【課題】 α 相のタンタルを有する導電膜に関し、酸の耐腐食性に優れ、マイグレーションが極めて生じ難く、しかも十分に低い抵抗率を得ること。

【解決手段】 窒素を含むチタンタングステン層2と、該チタンタングステン層2上に形成された α 相のタンタル層3とを含む。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】窒素を含む雰囲気中でチタニウムステン層を基板上に形成する工程と、

α 相のタンタル層を前記チタニウムステン層の上に形成する工程とを有することを特徴とする導電膜の形成方法。

【請求項2】前記チタニウムステン層を3～20nmの厚さに形成することを特徴とする請求項1記載の導電膜の形成方法。

【請求項3】前記雰囲気中にはガス流量1.0%以下の窒素ガスを導入することを特徴とする導電膜の形成方法。

【請求項4】前記チタニウムステン層はチタンを30wt%以下含ませて形成されることを特徴とする請求項1記載の導電膜の形成方法。

【請求項5】前記基板の温度を50℃～600℃の範囲に設定して前記 α 相のタンタル層を形成することを特徴とする請求項1記載の導電膜の形成方法。

【請求項6】窒素を含むチタニウムステン層と、該チタニウムステン層上に形成された α 相のタンタル層とを有することを特徴とする導電膜。

【請求項7】スライダ上に形成された磁気抵抗効果素子と、

前記磁気抵抗効果素子の両端側に形成され、かつ窒素含有チタニウムステン下側層と α 相のタンタル上側層とからなるリード端子とを有することを特徴とする磁気抵抗効果ヘッド。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、導電膜とその形成方法及び磁気抵抗効果ヘッドに関し、より詳しくは、 α 相のタンタルを有する導電膜とその形成方法と、その導電膜より形成されたリード端子を使用する磁気抵抗効果ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】タンタル(Ta)膜の結晶には α 相と β 相がある。 α 相のタンタル(α -Ta)は、体心立方(body-centered cubic)相のタンタルであって、12～20 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ の抵抗率を有する。一方、 β 相のタンタル(β -Ta)は、正方(tetragonal system)相のタンタルであって、その抵抗率は約200 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ であって α -Taに比べて1桁高くなる。したがって、タンタルを配線やリード端子の構成材料に使用する場合には、そのタンタルの結晶を β 相にするよりも α 相とするのが好ましい。

【0003】ところで、タンタルの特定の結晶構造

(相)を再現可能に形成する方法については種々な方法が提案されている。どの相のタンタルかを決定する主要な変数が2つあることが、L. Maissel et al., "Handbook of Thin Film Technology", McGraw-Hill, pp. 12-18, 1970 に記載されている。この文献には、第1の変数

はタンタルが付着する基板温度であり、第2の変数は減圧雰囲気中の気体汚染の程度であると記載されている。そして、基板温度が600℃を越えると α -Taが形成され、また、真空雰囲気中のガス圧力が高く且つ水蒸気、窒素及び酸素の含有量が多いと α -Taが形成される確率が高くなることが記載されている。

【0004】しかし、配線やリード端子を形成する分野では、そのような α -Ta形成方法はそれほど有用ではない。なぜならば、磁気抵抗効果素子や半導体素子などのデバイス製造では、配線やリード端子となる導電膜を600℃を越える温度で形成することは良好なデバイス特性を得るために適当でないことが多いからである。また、導電膜をスパッタにより形成している最中に基板温度を600℃以上に維持、制御することは困難であり、しかも、減圧雰囲気中で不純物の量を制御、維持することは難しい。

【0005】 α -Taを形成する別の方法として、基板を300℃を越える温度で加熱するとともに、ターゲット材(タンタル)に高周波放電を加えることが米国特許3878079号公報に記載されている。この技術では、 α -Ta、 β -Taのどちらを形成するかはスパッタ雰囲気中の窒素分圧によって決まり、しかも、スパッタ雰囲気中の窒素分圧を下げながらTa膜を形成してゆくと、TaN、Ta₂N、 α -Taの順で形成されることが示されている。窒素分圧をさらに下げると β -Taが形成され、さらに窒素分圧を下げて基板温度を300℃より大きくすると α -Taが形成される。300℃より高い温度で形成される α -Ta膜の最終的な抵抗率は25 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ であった。

【0006】 α -Taを形成するさらに別の方法として、タングステン、タンタルタングステンなどをベース(下地)層に用いてその上にTa層をスパッタリングにより形成すると α 相のTa層が得られることが特開平3-248568号公報に記載されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、タングステンは酸によって腐食されるので、製造工程において一時的でも酸の雰囲気に置かれるデバイスにタングステンを組み込むことは好ましくない。これは、酸化したタングステンは抵抗が大きくなるからである。しかも、タングステンが酸化されるとその上のTa層は β 相となるのでTa層の抵抗率が高くなる。

【0008】タンタルタングステンは、酸に対する腐食性は低い、配線やリード端子に生じるマイグレーションを防止するための材料として硬さがまだ十分ではない。しかも、 α -Ta層とその下のベース層とは抵抗率が異なるので、全体的な抵抗率を効率良く下げる必要がある。本発明は、酸に対する耐腐食性に優れ、マイグレーションが極めて生じ難く、しかも低い抵抗率が得られる α -Ta層を含む多層構造の導電膜とその形成方法及び磁気抵抗効果ヘッドを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

(手段) 上記した課題は、図1、図2に例示するように、窒素を含む雰囲気中でチタンタングステン層2を基板1上に形成する工程と、 α 相のタンタル層3を前記チタンタングステン層2上に形成する工程とを有することを特徴とする導電膜の形成方法によって解決する。

【0010】上記した導電膜の形成方法において、前記チタンタングステン層2を3~20nmの厚さに形成することを特徴とする。また、前記雰囲気中にはガス流量1.0%以下の窒素ガスを導入することを特徴とする。また、前記チタンタングステン層2はチタンを30wt%以下含ませて形成されることを特徴とする。また、前記基板1の温度を50℃~600℃の範囲に設定して前記 α 相のタンタル層3を形成することを特徴とする。

【0011】上記した課題は、図1に例示するように、窒素を含むチタンタングステン層2と、該チタンタングステン層2上に形成された α 相のタンタル層3とを有することを特徴とする導電膜によって解決する。上記した課題は、図6に例示するように、スライダ23上に形成された磁気抵抗効果素子15と、前記磁気抵抗効果素子15の両端側に形成され且つ窒素含有チタンタングステン下側層19と α 相のタンタル上側層20とからなるリード端子21とを有することを特徴とする磁気抵抗効果ヘッドによって解決する。

【0012】(作用) 次に、本発明の作用について説明する。本発明の導電膜の形成方法によれば、窒素雰囲気中でチタンタングステン層を形成し、その上にタンタルを成長することにより、チタンタングステン層の上に α 相のタンタル層を形成している。 α 相のタンタル層は低抵抗であり、その下のチタンタングステン層は硬質なので、これらの二層構造の導電膜をバタニングして配線やリード端子を形成すると、低抵抗であってしかもエレクトロマイグレーションが生じにくい配線やリード端子が得られる。

【0013】また、チタンタングステン層に窒素を含ませると、チタンタングステン層と α 相のタンタル層との密着性が良くなり、歩留りが向上する。チタンタングステン成長時の窒素のガス流量を総ガス流量の1.0%以下にして、チタンタングステン層を数nm以下の厚さに形成し、さらにその上にタンタル層をチタンタングステン層の十倍程度の厚さに成長すると、チタンタングステン層とタンタル層よりなる導電膜の抵抗率を40 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下できる。チタンタングステンは α 相のタンタルよりも抵抗率が大きいので、あまり厚く形成するのは好ましくない。また、タンタル層を α 相にするためには、その下にチタンタングステン層が存在すれば十分であるが、チタンタングステン層を3~20nmの厚さの範囲で変化させると、チタンタングステン層と α 相タンタル層よりなる二層構造導電膜の抵抗率を容易に制御できる。

【0014】チタンタングステン層上にタンタル層を形成する場合の基板温度を50~600℃の範囲内に設定すると、デバイス特性に影響を与えずに導電率を小さくすることができる。チタンタングステン合金中のチタンは多いほど耐酸性は向上するが、チタンの抵抗率はタングステンよりも大きいので、チタン含有量を30wt%以下にすることが好ましい。

【0015】さらに、本発明では、窒素含有チタンタングステン下側層と α 相タンタル上側層とからなる導電膜をバタニングして磁気抵抗効果素子のリード端子を構成しているので、マイグレーションに強く且つ低抵抗率のリード端子が得られ、磁気抵抗効果素子による磁気記録情報の検出を良好に行える。しかも、その磁気抵抗素子を支持板に接着する際に、接着剤から発生する酸によってリード端子が腐食しなくなり、磁気抵抗効果ヘッドの製造工程でのリード端子の劣化は防止され、歩留りが向上する。

【0016】

【発明の実施の形態】そこで、以下に本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。本実施形態では、配線、リード端子などを構成する導電膜として、 α -Ta層を使用するとともに、 α -Ta層のベース(下地)層として窒素を含むチタンタングステン(TiW)層を使用している。

【0017】TiWは、酸に対して極めて腐食し難く、しかも、タンタルタングステン(TaW)よりも硬くてエレクトロマイグレーションが生じにくい。さらに、TiW層と α -Ta層はともにスパッタリングによって600℃以下の温度で形成することが可能である。従って、TiWベース層上に α -Ta層を形成してなる α -Ta/TiW導電膜は、半導体素子や磁気抵抗効果素子などのデバイスの配線材料として最適である。

【0018】次に、 α -Ta/TiW導電膜を形成する方法について説明する。 α -Ta/TiW導電膜は図2に示するようなDCマグネトロンスパッタ装置を用いて形成される。まず、絶縁体、磁性体又は半導体よりなる基板1をDCマグネトロンスパッタ装置のチャンバ4内の支持板5に取付ける。基板1に対向する位置には電源6に接続されたターゲットTを取り付ける。この場合のターゲットTはチタン(Ti)を20wt%含むTiW合金から構成される。また、チャンバ4内にはガス導入口7から不活性ガスとしてアルゴン(Ar)ガスを導入するとともに、導入する総ガス流量の2.0%以下の流量で窒素ガスをチャンバ4内に導入する。そして、基板温度を20℃とし、内部圧力を0.5Paとした。

【0019】この条件で、図1(a)に示すように、基板1上にTiW層2を所定の厚さに形成する。続いて、減圧雰囲気を破らずに、図2と同じ構造のDCマグネトロンスパッタ装置を使用して、支持台5に基板1を取付け、基板1に対向する位置にはターゲットTとしてタンタル板を取り付ける。チャンバ4内には不活性ガスとしてAr

ガスを導入する。基板温度を200℃とし、内部圧力を0.1Paとした。この条件で、図1(b)に示すように、TiW層2の上にTa層3を100nmの厚さに形成した。TiW層2の上のTa層3の結晶をX線回折法により分析したところα相であることが確認された。

【0020】なお、図2中符号8は電源6に接続される電極、9は排気口を示している。次に、窒素ガスのガス流量比を0.2%に固定して、TiW層2の膜厚を変えてTiW層2とα-Ta層3の積層構造の抵抗率を調べたところ、図3に示すような結果が得られた。即ち、膜厚50nm以下のTiW層2の存在によってその上のα-Ta層3の抵抗率が80μmΩ・cm以下になった。TiW層2が存在しない場合にはDCマグネトロンスパッタにより形成されたTaはβ相となって抵抗率が高くなった。

【0021】α相のTa層3を得るためには、その下にTiW層2が存在すれば十分ことがわかるが、TiWの抵抗率はα-Taの抵抗率よりも大きいので、膜厚100nmのα-Ta層3を有するα-Ta/TiW導電膜の抵抗率を40μmΩ・cm以下にするためには、TiW層の厚さを15nm以下に抑える必要がある。また、図3によれば、TiW層2が3~20nmの膜厚の範囲でα-Ta/TiW導電膜の抵抗率を変えることが容易であり、TiW層2による膜厚を制御してα-Ta/TiW導電膜の硬さと抵抗値を調整してデバイスに最適な導電膜を得ることができる。

【0022】ところで、実験によればTiW層2とα-Ta層3の密着性は、TiW層2に窒素を含有させることによって向上した。そこで、TiW層2を形成する際の窒素のガス流量を変えてTiW層2を10nm、α-Ta層3を100nmの厚さに形成したところ、そのα-Ta/TiW導電膜の抵抗率と窒素ガス濃度の関係は図4に示すようになった。窒素ガス濃度は、チャンバ4内に導入するガスの総流量に対する窒素ガス流量の割合を意味する。

【0023】この測定結果によると、窒素ガス濃度を0から0.3流量%まで増加させるとTiW層2とα-Ta層3からなるα-Ta/TiW導電膜の抵抗率は徐々に減少する。さらに、窒素ガス濃度を0.3%から3.5%まで増やしたところそのα-Ta/TiW導電膜の抵抗率が徐々に増加する。抵抗率が増加したのは、窒素を含むタンゲステンやチタンは一般に抵抗率が大きいからである。

【0024】TiW層2とα-Ta層3からなる二層構造の導電膜の抵抗率は、TiW層2を形成する際の窒素ガス濃度が0.5%以下の場合には40μmΩ・cm以下となる。また、窒素ガス濃度が1%以下の場合にα-Taが形成されることがわかる。窒素ガス濃度を1.0%以下にしてTiW層2を数nmの厚さに形成し、その上にTiW層2の約十倍の厚さのα-Ta層3を形成すると、二層構造の導電膜の抵抗率を40μmΩ・cm以下に低減できる。窒素ガス濃度を1.0%にすると、TiW層2に含まれる窒素の含有量は1.0wt%よりも小さくなる。

【0025】次に、TiW層の上にTa層を形成する際の基

板の温度とα-Ta/TiW導電膜の抵抗率の関係を調べたところ、図5に示すように、室温(20℃)で成長した時に抵抗率が101μmΩ・cmになった。さらに基板1の温度を高くすると抵抗率が小さくなり、50℃以上の基板温度では抵抗率が20.5~26.3μmΩ・cmと安定し、半導体素子や磁気抵抗効果素子への適用を考慮すると50~600℃の範囲、より好ましくは50~400℃の範囲内で安定した抵抗率が得られた。

【0026】図5では300℃までの実験結果を示したが、300~600℃でも同様な抵抗値が得られる。なお、図5で用いた試料は、ガス総流量に対して0.2%の流量比で窒素ガスを導入してのTiW層2を10nmの厚さに形成し、その上にα-Ta層3を100nmの厚さに形成したものである。

【0027】以下に、上記した実験結果を考慮して磁気ディスクドライブに使用される磁気抵抗効果型磁気ヘッドの製造工程と配線形成工程について説明する。

(第1例)図6(a)~(d)は、BCS(Boundary Control Stabilizer)バイアス磁気抵抗効果型ヘッドの製造工程を示す断面図である。

【0028】まず、図6(a)に示すように、基板11の上に、膜厚14μmのAl₂O₃よりなる非磁性絶縁層12と、膜厚2.3μmのNiFeよりなる下側磁気シールド層13と、膜厚200nmのAl₂O₃よりなる非磁性且つ絶縁性の下側ギャップ層14を順に形成した後に、その下側ギャップ層14の上に平面が矩形状の磁気抵抗効果素子15を形成する。

【0029】磁気抵抗効果素子15は、下側ギャップ層14の上に膜厚20nmのSAL5a、膜厚10nmの非磁性層15b及び膜厚20nmのMR層15cを順に形成してなる多層膜から構成される。例えば、SAL材としてはNiFeCr、非磁性材としてはCu、MR層材料としてはNiFeなどがある。次に、リード端子形成の形成工程に移る。

【0030】レジスト膜16を磁気抵抗効果素子15及び下側ギャップ層14上にスピンコートした後に、図6(b)に示すように、レジスト膜16を露光、現像して磁気抵抗効果素子15の両端縁を含むリード端子形成領域に窓17を形成した。次に、図6(c)に示すように、DCマグネトロンスパッタによって、MnFeよりなる反強磁性層18を18nmの厚さに形成し、さらに連続して、窒素を含むTiW層19を3nm、α-Ta層20を100nmの厚さに順に形成した。

【0031】窒素を含むTiW層19の成長は、スパッタ用のターゲットTとしてチタンを1~30wt%含むTiW合金の塊を使用し、ターゲットTと電極8の間に加える電力を500W、スパッタ雰囲気圧力を0.5Paに設定するとともに、アルゴンガスを100SCCM、窒素ガスを0.5SCCMでそれぞれチャンバ4内に導入する。また、基板温度を室温(約20℃)とした。

7

【0032】一方、 α -Ta層20の成長は、スパッタ用のターゲットTとしてタンタルの塊を使用し、ターゲットTと電極8の間に加える電力を1000W、スパッタ雰囲気圧力を0.1Paに設定するとともに、アルゴンガスを100SCCMの流量でチャンバ4内に導入する。また、基板温度を50~400℃とした。次に、レジスト膜16を溶剤によって除去し、その上の反強磁性層18とTiW層19、 α -Ta層20をリフトオフした。この結果、図6(d)に示すように、反強磁性層18、TiW層19及び α -Ta層20は2つのリード端子形成領域にのみ残り、反強磁性層18はBCS膜18a、18bとして使用され、TiW層19及び α -Ta層20はリード端子21a、21bとして使用される。一対のリード端子21a、21bの間がセンス領域となる。

【0033】このように形成されたリード端子21a、21b自身の抵抗率は20.5~23.0 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ であった。これに対して、TiW層19が無い場合には、その上のTa層の抵抗率は195 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ となって α 相にならなかった。以上の工程の後に、リード端子21a、21b及び磁気抵抗効果素子15の上に、絶縁膜(不図示)を介して上側のシールド層(不図示)を形成する。さらに、記録用ヘッド(不図示)を上側のシールド層上に形成した後に、基板11を所定の大きさに分離して図7(a)に示すようなレール面22を有するスライダ23を形成する。

【0034】図7(a)、(b)は、そのようなスライダ23を弾性の支持板24に接着剤25を介して取り付け付けた磁気ヘッドを示している。接着剤25としては、酸を含むものが使用されている。しかし、スライダ23から一部露出しているTiW層19は、接着剤25から発生する酸により腐食しないので、TiW層19上のTa層20が β 相に変わることはない。これにより、リード端子21a、21bの抵抗率が酸によって上昇することはない。

【0035】また、 α -Ta層20の下側のTiW層19には1wt%以下で窒素が含まれているので α -Ta層20とTiW層19が互いに剥離することなく、信頼性が向上する。なお、スライダ23のレール面22は、磁気ディスクドライブ内で磁気ディスク25に対向して配置される。

(第2例) 図8(a)~(d)は、半導体装置における多層配線の形成工程を示す断面図である。

【0036】まず、図8(a)に示すように、シリコン基板31表面に絶縁膜32を形成した後に、絶縁膜32上に高融点金属シリサイドよりなる下側配線33を形成する。さらに、下側配線33をPSGよりなる層間絶縁膜34で覆った後に、図8(b)に示すように、下側配線33の上にある層間絶縁膜34にビアホール35を形成する。

【0037】次に、図8(c)に示すように、層間絶縁膜34の上とビアホール35の中に窒素を含むTiW層36

8

を形成し、ついで、TiW層36上に α -Ta層37をスパッタにより成長する。TiW層36と α -Ta層37の成長条件及び膜厚は第1例と同じにした。そして、図8(d)に示すように、TiW層36と α -Ta層37をフォトリソグラフィーによってパターンニングして上側配線38を形成する。続いて、上側配線38を図示しない絶縁性保護膜によって覆う。

【0038】この上側配線38は、硬質のTiW層36を用いているので、エレクトロマイグレーションが生じにくく、しかも、 α -Ta層37は抵抗率が20.5~23.0 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ である。従って、TiW層36と α -Ta層37の二層構造は、配線用の導電膜として使用可能になった。また、TiW層36と α -Ta層37の成長温度を50℃~600℃と低くできるので、シリコン基板31に形成されたトランジスタ(不図示)などに熱による悪影響を及ぼすことはない。

【0039】

【発明の効果】以上述べたように本発明の導電膜の形成方法によれば、窒素雰囲気中でチタンタングステン層を形成し、その上にタンタルを成長しているため、硬質のチタンタングステン層と低抵抗の α 相タンタル層によって低抵抗であってしかもエレクトロマイグレーションが生じにくい配線やリード端子を形成することができる。しかも、チタンタングステン層に窒素が含有しているため、チタンタングステン層と α 相のタンタル層との密着性を良くして、信頼性を向上できる。

【0040】チタンタングステン成長時の窒素のガス流量を総ガス流量の1.0%以下にして、チタンタングステン層を数nm以下の厚さに形成し、さらにその上にタンタル層をチタンタングステン層の十倍程度の厚さに成長すると、チタンタングステン層とタンタル層よりなる導電膜の抵抗率を40 $\mu\Omega\cdot\text{cm}$ 以下できる。タンタル層を α 相にするためには、その下にチタンタングステン層が存在すれば十分であるが、チタンタングステン層を3~20nmの厚さの範囲で変化させると、チタンタングステンとタンタルよりなる二層構造導電膜の抵抗率を容易に制御できる。

【0041】チタンタングステン層上にタンタル層を形成する場合の基板温度を50~600℃の範囲内に設定すると、デバイス特性に影響を与えずに導電率を小さくすることができる。さらに、本発明では、窒素含有チタンタングステン下側層と α 相タンタル上側層とからなる導電膜をパターンニングして磁気抵抗効果素子のリード端子を構成しているため、マイグレーションに強く且つ低抵抗率のリード端子が得られ、磁気抵抗効果素子による磁気記録情報の検出を良好に行える。しかも、その磁気抵抗素子を支持板に接着する際に、接着剤から発生する酸によってリード端子が腐食しなくなり、磁気抵抗効果ヘッドの製造工程でのリード端子の劣化は防止され、歩留りが向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)、(b)は、本発明の原理的な実施形態を示す断面図である。

【図2】図2は、本発明の導電膜の形成に使用するスパッタ装置の一例を示す構成図である。

【図3】図3は、本発明の実施形態に係る導電膜を構成する下側のTiW層の膜厚と導電膜の抵抗の関係を示す図である。

【図4】図4は、本発明の実施形態に係る導電膜を構成する下側のTiW層の成長時の窒素濃度と導電膜の抵抗の関係を示す図である。

【図5】図5は、本発明の実施形態に係る導電膜を構成する上側の α -Ta層の成長時の基板温度と導電膜の抵抗の関係を示す図である。

【図6】図6(a)～図6(d)は、本発明の導電膜をリード端子に適用した磁気抵抗効果素子の製造工程を示す断面図である。

【図7】図7(a)、(b)は、本発明の導電膜をリード端子に適用した磁気抵抗効果素子を有する磁気ヘッドを示す

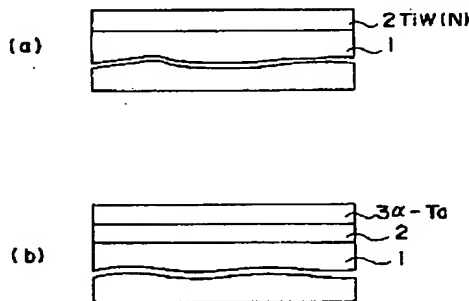
斜視図とその断面図である。

【図8】図8(a)～図8(d)は、本発明の導電膜を用いた半導体装置の配線形成工程を示す断面図である。

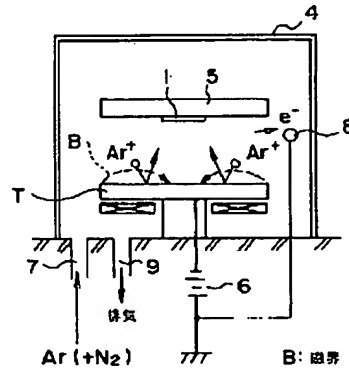
【符号の説明】

- | | |
|----------|---------------|
| 1 | 基板 |
| 2 | 窒素を含むTiW層 |
| 3 | α -Ta層 |
| 15 | 磁気抵抗効果素子 |
| 16 | レジスト |
| 18 | 硬磁性層 |
| 19 | 窒素を含むTiW層 |
| 20 | α -Ta層 |
| 21a, 21b | 端子 |
| 34 | 下側配線 |
| 34 | 層間絶縁膜 |
| 35 | ビアホール |
| 36 | 窒素を含むTiW層 |
| 37 | α -Ta層 |
| 38 | 上側配線 |

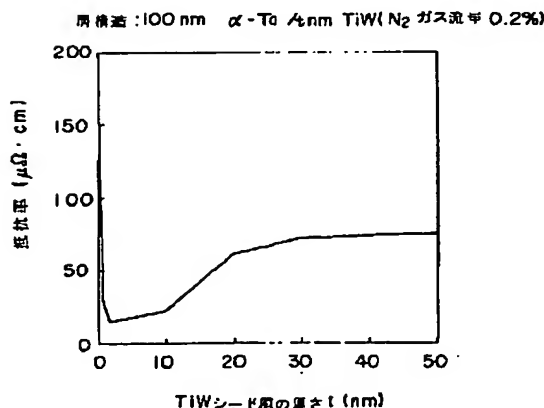
【図1】



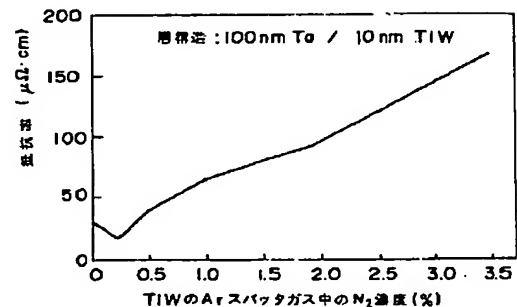
【図2】



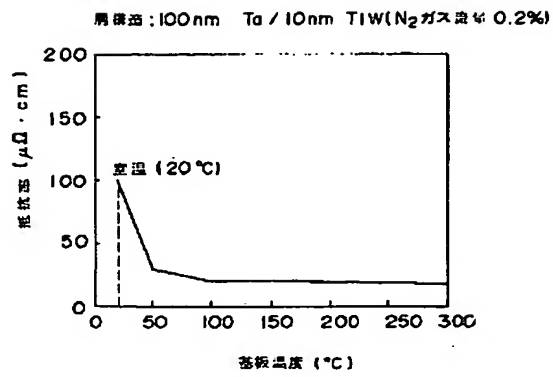
【図3】



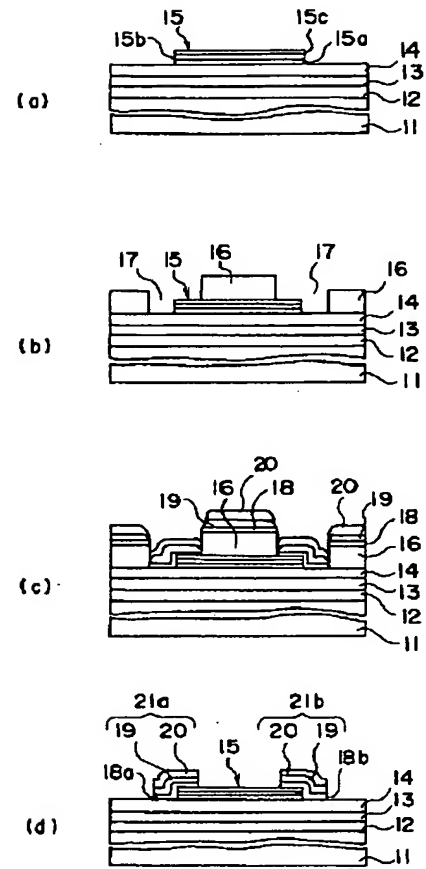
【図4】



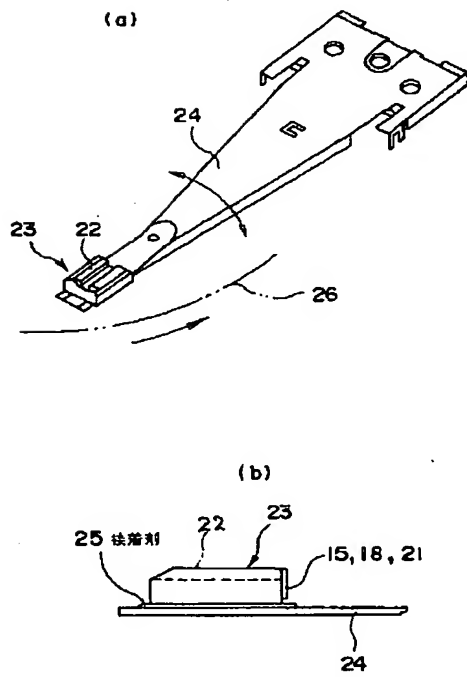
【図5】



【図6】



【図7】



【図 8】

